

**FÁBIO GOMES DE FIGUEIREDO**

**MEDIDAS PREVENTIVAS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**São Paulo**

**2012**

**FÁBIO GOMES DE FIGUEIREDO**

**MEDIDAS PREVENTIVAS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para a obtenção do título de  
Especialista em Engenharia de  
Segurança do Trabalho.**

**São Paulo**

**2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Figueiredo, Fabio Gomes de**

**Medidas preventivas para instalações elétricas na construção civil / F.G. de Figueiredo. – São Paulo, 2012.**

**p.**

**Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1.Instalações elétricas 2.Medidas de segurança (Prevenção e controle) I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.**

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus amados pais, Raimundo Gomes de Figueiredo e Maria José da Silva Figueiredo, in memoriam, José Gomes de Figueiredo, meu querido padrinho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, que sempre apoiou-me, nas decisões que tomo ou tomei nessa vida, ao(s) amigo(s) que mesmo ausente(s) torcem pelo êxito do meu esforço e do meu trabalho, por fim, aos professores e a universidade pelas condições oferecidas durante o aprendizado adquirido.

Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

Lavoisier (1743 – 1794)

## RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de apresentar uma situação real das instalações elétricas em canteiros de obras da construção civil e algumas medidas preventivas para essas instalações elétricas na indústria da construção, foi estudada uma situação ocorrida num canteiro de obras de um empreendimento comercial através de fotos e analisando as mesmas foi elaborado esse trabalho, os resultados obtidos demonstram os tipos de riscos de segurança que os profissionais estão sujeitos nas suas atividades diárias, por fim, as conclusões demonstram que a questão de segurança em instalações elétricas nos canteiros de obras ainda é uma situação perigosa aos profissionais, se não houver investimento na capacitação, treinamentos, cultura e responsabilidade de todos os profissionais, os riscos com as instalações elétricas mal executadas poderão trazer graves consequências aos profissionais que trabalham ou trabalharão direta ou indiretamente com a energia elétrica.

Palavras chaves: Instalações Elétricas, Segurança em Instalações Elétricas, NR-10, Riscos de Acidentes, Medidas de Prevenção.

## ABSTRACT

This work has the purpose to present a real-world situation of electrical installations in construction worksites and some preventive measures for these electrical installations in the construction industry, was studied a situation on a construction site of a commercial venture through photos and analyzing the same was drawn up this work, the results obtained demonstrate the types of security risks that the pros are subject in their daily activities finally, the findings demonstrate tthat the question of safety in electrical installations in construction sites is still a dangerous situation to professionals, if there is investment in capacity building, training, culture and responsibility of all professionals, the risk with the electrical installations poorly executed may bring serious consequences to professionals who work or will work directly or indirectly with electrical energy.

Keywords: Electrical installations, Safety in electrical installations, NR-10, Accident Risks, Preventive Measures.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>Cap.</b>	Capítulo
<b>CIPA</b>	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
<b>FUNDACENTRO</b>	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
<b>IAC</b>	Corrente de ajuste do DR
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission
<b>In</b>	Corrente nominal
<b>L1/L2/L3</b>	Condutor Elétrico fase L1/L2/L3
<b>MEC</b>	Ministério da Educação e Cultura
<b>MPAS</b>	Ministério da Previdência e Assistência Social
<b>MTE</b>	Ministério do Trabalho e Emprego
<b>N</b>	Condutor Elétrico Neutro
<b>NBR-5410</b>	Norma Brasileira Registrada nº 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão
<b>NR-4</b>	Norma Regulamentadora nº 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
<b>NR-6</b>	Norma Regulamentadora nº 6 – Equipamentos de Proteção Individual
<b>NR-10</b>	Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
<b>NR-18</b>	Norma Regulamentadora nº 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

<b>PE</b>	Condutor de proteção
<b>PP</b>	Cabo elétrico com dupla camada de isolamento
<b>SEP</b>	Sistema Elétrico de Potência
<b>SIPAT</b>	Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1 ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	15
2.2 ACIDENTES COM ELETRICIDADE .....	17
2.3 CHOQUE ELÉTRICO .....	19
2.3.1 <b>Definição</b> .....	19
2.3.2 <b>Efeito da corrente elétrica</b> .....	19
2.3.3 <b>Classificação do choque elétrico</b> .....	19
2.3.3.1 Contato direto .....	19
2.3.3.2 Contato indireto .....	19
2.3.4 <b>Percurso da corrente elétrica no corpo humano</b> .....	20
2.3.4.1 Conceitos .....	21
2.4 TIPOS DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS .....	23
2.4.1 <b>Proteção contra contatos diretos</b> .....	23
2.4.1.1 Isolação das partes vivas .....	23
2.4.1.2 Barreiras e invólucros .....	25
2.4.1.3 Obstáculos .....	25
2.4.1.4 Colocação fora de alcance .....	26

2.4.2 Proteção contra contatos indiretos .....	27
2.4.2.1 Dispositivo a corrente residual (DR) .....	27
2.4.2.2 Aterramento elétrico .....	31
2.4.2.2.1 <u>Sistema de aterramento</u> .....	33
2.4.2.2.2 <u>Esquema de aterramento TT</u> .....	34
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
3.1 COLETA DE DADOS .....	38
3.2 SEGMENTO ANALISADO .....	38
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
4.1 ESTUDO REALIZADO .....	40
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

# 1 INTRODUÇÃO

As instalações elétricas temporárias em canteiros de obras são realizadas para ligar as máquinas e iluminar o local de construção, sendo desfeitas quando a obra termina. Precisam ser feitas de forma correta, para que sejam seguras. Para isso é importante o conhecimento prévio do projeto de instalações elétricas temporárias, carga a ser instalada, localização dos circuitos elétricos e suas ampliações, bem como, seus componentes elétricos (fios, cabos, quadros elétricos, chaves elétricas, tomadas/plugues, dentre outros). (BRASIL. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Engenharia de Segurança do Trabalho na Indústria da Construção: instalações elétricas temporárias em canteiros de obras.** São Paulo: FUNDACENTRO, 2001, 93 p.)

Na indústria da construção, o choque elétrico é uma das principais causas de acidentes graves e fatais. Este grave quadro é decorrente da falta de projeto adequado, de dificuldades na execução e na manutenção das instalações elétricas temporárias dos canteiros de obras. As instalações elétricas temporárias em canteiros de obras, na maioria das vezes, são executadas por profissionais não qualificados, gerando com isso situações de extrema gravidade para a segurança dos trabalhadores, dos equipamentos e das instalações. A redução do quadro atual de acidentes de trabalho envolvendo instalações elétricas necessita da adoção de novos métodos e dispositivos que permitam o uso seguro e adequado da eletricidade, reduzindo o nível de perigo às pessoas, as perdas de energia, os danos às instalações elétricas e aos bens. (BRASIL. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Recomendação Técnica de Procedimentos: instalações elétricas temporárias em canteiros de obras.** São Paulo: FUNDACENTRO, 2007, 44 p.)

O projeto das instalações elétricas temporárias deverá ser elaborado por profissional legalmente habilitado, com recolhimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e executado por profissional qualificado. O projeto das instalações elétricas temporárias deverá estabelecer os requisitos e as condições para implementação de medidas de controle preventivas de forma a garantir a segurança e a saúde dos

trabalhadores nos canteiros de obras. O projeto deverá ficar à disposição das autoridades competentes e ser mantido atualizado. (BRASIL. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Recomendação Técnica de Procedimentos:** instalações elétricas temporárias em canteiros de obras. São Paulo: FUNDACENTRO, 2007, 44 p.)

## 1.1 Justificativa

Este trabalho tem o objetivo de apresentar medidas de proteção preventivas em instalações elétricas que podem ser aplicadas na construção civil nos canteiros de obras.

Devido à atuação como profissional dessa área em acompanhamento e fiscalização de serviços de campo notou-se que nessa e na a maioria das obras existentes ainda existem alguns descuidados durante a fase de execução e montagens que podem ser evitados se antecipadamente foram tomados os devidos cuidados. Nos dias atuais a área da construção civil ainda é uma das líderes em estatísticas de acidentes do trabalho no Brasil, é bem verdade que nos últimos anos esses números tem sofrido uma redução, mesmo havendo boas normas como a NR-4, NR-6, NR-10, NR-18 e as empresas com os seus setores interagindo como CIPA e SIPAT, os números de acidentes continuam elevados e devido ao crescimento do país em termos de economia, desenvolvimento e serviços, conseqüentemente, a quantidade de empregos e profissionais trabalhando crescem na mesma proporção.

Na área de instalações elétricas, a NR-10, é a norma regulamentadora, que com o seu poder de lei, tem tido com a sua nova revisão uma grande importância de atuação no setor, também não podemos esquecer-nos das outras normas que compõem esse setor NRs 4, 6, 8, 18 e outras que em conjunto com a NR-10, aliadas a bons programas de prevenção de acidentes, CIPA, SIPAT e a área de segurança das empresas podem ajudar a elaborar medidas preventivas de segurança para os profissionais.

Tem se notado que no setor da construção civil na execução das instalações elétricas provisórias dos canteiros de obras, haver uma defasagem técnica grande e

principalmente condições inseguras para os diversos profissionais que trabalham nessa área.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Com o surgimento de novas tecnologias, materiais, ferramentas e mudanças no sistema de organização do trabalho, como terceirização dos serviços e consequente diminuição do número de funcionários próprios, ocasionou-se uma queda na qualidade dos serviços e principalmente uma precarização da segurança e saúde no trabalho (SOUZA; PEREIRA, 2007).

### **2.1 Acidentes na construção civil**

O setor da construção civil (em conjunto com o setor de transporte rodoviário de cargas) correspondeu em 2009 por 28% dos acidentes fatais e 18% de acidentes com afastamentos no território nacional (MPAS, 2009).

Cabe ao MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, através das delegacias regionais do trabalho a fiscalização de acidentes no trabalho, a tabela 7, a seguir informa a atuação da fiscalização do MTE, em ações de fiscalização em diversos setores econômicos.

<b>Tabela 7 Atuação da fiscalização do MTE</b>							
<b>Dados de inspeção em Segurança do Trabalho no Brasil, de janeiro a setembro de 2010</b>							
Sector econômico	Trabalhadores alcançados	Ações fiscais	Média de trab. alcanç. por ação	Notificações*	Autuações**	Embargos/ Interdições	Acidentes analisados
Agricultura	801.254	7.556	106	10.879	6.268	128	56
Comércio	1.627.000	24.753	66	12.773	4.951	276	138
<b>Construção</b>	<b>1.805.040</b>	<b>22.345</b>	<b>81</b>	<b>10.832</b>	<b>14.296</b>	<b>2.010</b>	<b>378</b>
Educação	212.378	1.632	130	218	155	4	5
Hotéis/Restaurantes	201.441	4.615	44	725	475	25	20
Indústria							
Ind. Alimentos	980.259	3.292	298	2.871	1.841	150	110
Ind. Madeira e Papel	131.297	1.332	99	2.225	505	50	35
Ind. Metal	1.232.919	5.112	241	6.149	2.512	177	147
Ind. Mineral	187.921	2.188	86	2.876	1.716	78	75
Ind. Químicos	478.474	2.102	228	2.008	1.093	52	87
Ind. Têxtil e Couro	634.011	3.433	185	3.589	1.002	12	50
Indústrias - Outras	122.091	1.381	88	1.458	420	29	29
Instituições Financeiras	155.403	935	166	290	181	2	2
Saúde	676.912	3.283	206	4.790	1.273	40	48
Serviços	1.843.628	6.392	288	2.116	1.985	76	89
Transporte	967.209	5.513	175	1.919	1.303	40	48
Outros	531.429	2.546	209	860	752	43	29
<b>Total</b>	<b>12.588.666</b>	<b>98.410</b>	<b>128</b>	<b>66.578</b>	<b>40.728</b>	<b>3.192</b>	<b>1.346</b>

\*Concessão, pelo auditor fiscal do Trabalho, de prazo para regularização  
\*\*Início do processo administrativo que pode resultar na aplicação de multa

<b>Dados de Inspeção em Segurança do Trabalho no Brasil, de 2000 a 2010</b>							
Ano	Trabalhadores alcançados	Ações fiscais	Média de trab. alcanç. por ação	Notificações*	Autuações**	Embargos/ Interdições	Acidentes analisados
2000	12.856.076	139.515	92	118.559	17.787	4.261	0
2001	13.086.067	127.414	103	79.132	18.105	3.891	200
2002	13.333.974	125.390	106	80.585	17.491	3.621	758
2003	14.580.823	129.686	112	88.427	21.585	3.261	1.458
2004	14.549.388	136.881	106	97.847	20.403	3.635	1.666
2005	16.055.530	166.126	97	76.854	20.538	3.743	1.327
2006	19.457.621	162.058	120	73.046	24.759	3.857	1.558
2007	19.545.595	157.376	124	98.336	31.467	4.139	2.001
2008	19.046.686	145.815	131	91.813	40.911	4.488	1.938
2009	20.532.420	158.065	130	100.630	47.936	5.304	1.821
***2010	12.588.666	98.410	128	66.578	40.728	3.192	1.346

\* Concessão, pelo auditor fiscal do trabalho, de prazo para regularização  
\*\* Início do processo administrativo que pode resultar na aplicação de multa  
\*\*\* Dados parciais de janeiro a setembro de 2010

Figura 1 - Tabela 7: Atuação da Fiscalização do MTE.

Fonte: PROTEÇÃO, R. Disponível em:

[http://www.protecao.com.br/site/content/materias/materia\\_detalhe.php?id=JyjbAA](http://www.protecao.com.br/site/content/materias/materia_detalhe.php?id=JyjbAA).

Acesso em: 01 mai. 2012.

O Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, com sua equipe de fiscalização tem intensificado suas ações na indústria da construção. Conforme os dados apresentados na figura 1, tabela 7, Atuação da Fiscalização do MTE, foram realizadas neste setor 22.345 ações fiscais de janeiro a setembro deste ano, número que supera em 3,9% as ações realizadas em 2008, quando houve 21.510 inspeções neste mesmo período. Também houve um aumento no número de autuações no setor. Neste ano, foram aplicadas 14.296 autuações na área de construção, o que representa um acréscimo de 64% em relação às autuações infringidas no segmento



em 2009 (8.719). Além de liderar o índice de autuações em 2010, a construção também obteve o posto de segmento econômico que mais sofreu embargos e interdições: 2.010. (BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Sistema Federal de Inspeção do Trabalho**, 2010)

## **2.2 Acidentes com Eletricidade**

A eletricidade é uma fonte de perigo, que se mal utilizada pode causar a morte de pessoas se não forem tomados cuidados especiais. Ela é perigosa mesmo quando utilizada em “baixas tensões”, como, por exemplo, as de 110 volts. Portanto, para prevenir acidentes, toda instalação elétrica deve ser executada e mantida de forma segura por um profissional qualificado e a supervisão de um profissional legalmente habilitado. (BRASIL. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Engenharia de Segurança do Trabalho na Indústria da Construção: instalações elétricas temporárias em canteiros de obras**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2001, 93 p.)

Na indústria da construção, durante a execução de obras, as instalações elétricas, compõem parte importante e fundamental no andamento das atividades, seja desde o início quanto ao final da obra, esse insumo é fundamental para todo o funcionamento nesse setor, sem energia elétrica, máquinas deixam de funcionar, instalações tornam-se totalmente desenergizadas ou não funcionam, não há possibilidade de ligar-se uma bomba d’água, lâmpadas não acendem para os profissionais realizarem trabalhos e etc. Tão importante quanto é as instalações elétricas para o funcionamento e desenvolvimento de atividades, também é importante saber os riscos, aos quais, os profissionais que interagem no seu dia a dia com esse insumo, estão correndo, a energia elétrica, por ser um fenômeno físico, não a conseguimos visualizar claramente, somente visualizamos os seus fenômenos, como uma lâmpada acesa, uma geladeira ou televisão ligada e outros equipamentos, também é possível visualizar a corrente elétrica através de aparelhos mais modernos, mas que, sem eles, não é possível olhar ao olho nu.

Na área de instalações elétricas, a norma que determina as condições de trabalho e segurança em instalações elétricas é a NR-10, Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, que teve sua última revisão em 2004, essa norma tem o poder de lei, ou seja, no Brasil, ela é a que determina as diretrizes dos trabalhos envolvendo a eletricidade.

Em paralelo com a NR – 10, existem as normas técnicas, elaboradas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas, essas normas determinam como fazer algo, na área de instalações elétricas, existem várias normas técnicas como a ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão, ABNT NBR 5419 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas, ABNT NBR 14039 – Instalações Elétricas em Média Tensão, dentre outras na área.

Quando falamos em prevenção, essa prevenção pode ser obtida através dos mecanismos de proteção, logo, o resultado de uma proteção insegura na área de instalações elétricas, é o risco do choque elétrico, assim sendo, as palavras prevenção e proteção planejadas e executadas podem evitar os riscos associados ao choque elétrico.

## 2.3 Choque Elétrico.

### 2.3.1 Definição.

É o efeito patofisiológico que resulta da passagem de uma corrente elétrica, chamada de corrente de choque, através do organismo humano, podendo provocar efeitos de importância e gravidades variáveis, bem como fatais. (BRASIL. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Recomendação Técnica de Procedimentos:** instalações elétricas temporárias em canteiros de obras. São Paulo: FUNDACENTRO, 2007, 44 p.)

### 2.3.2 Efeito da corrente elétrica.

O efeito da corrente elétrica depende dos seguintes itens:

- Intensidade da corrente;
- Tempo de exposição;
- Percurso através do corpo humano;
- Condições orgânicas do indivíduo.

### 2.3.3. Classificação do choque elétrico.

#### 2.3.3.1 Contato direto.

É o contato de pessoas e animais diretamente com partes energizadas de uma instalação elétrica.

#### 2.3.3.2 Contato indireto.

É o contato de pessoas e animais com partes metálicas (equipamentos) ou elementos condutores que, por falha de isolamento, ficaram acidentalmente energizados.

#### 2.3.4 Percurso da corrente elétrica através do corpo humano.

O percurso da corrente elétrica através do corpo humano depende da posição de contato do indivíduo com a instalação (circuito) energizada ou que venha a ficar energizada, podendo ser o mais variado possível.

Na figura 2, são demonstradas exemplos de percursos da corrente elétrica no organismo do corpo humano.

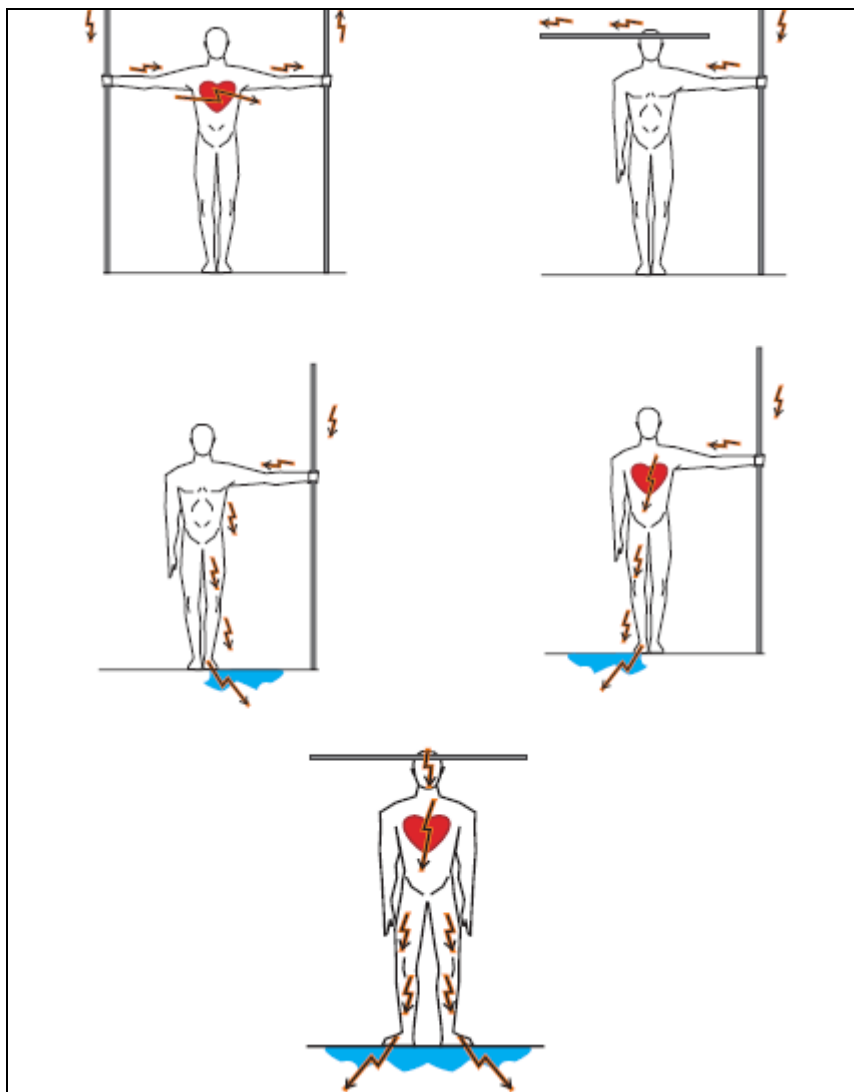


Fig. 2 - Percursos da corrente elétrica em contato com o corpo humano.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

#### 2.3.4.1 Conceitos

Limiar de percepção: É a menor corrente que sensibiliza o corpo humano.

Tetanização: É a paralisia muscular provocada pela circulação de correntes elétricas através dos tecidos nervosos que controlam os músculos.

Parada respiratória: Ocorre quando são envolvidos na tetanização os músculos peitorais, bloqueando os pulmões e parando a função vital de respiração.

Asfixia: Contração de músculos ligados à respiração e/ou paralisia dos centros nervosos que comandam a função respiratória causadas por correntes elétricas superiores ao limite de largar. Se a corrente elétrica permanece, o indivíduo perde a consciência e morre sufocado.

Fibrilação ventricular: Se a corrente elétrica atinge diretamente o músculo cardíaco, poderá perturbar seu funcionamento regular. Os impulsos periódicos, que em condições normais regulam as contrações (sístole) e as expansões (diástole), são alterados e o coração vibra desordenadamente.

Queimadura por choque elétrico: A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano gera calor produzindo queimaduras, cuja gravidade depende da intensidade e do tempo de contato com a corrente elétrica. Em altas tensões, os efeitos térmicos produzem destruição de tecidos superficiais e/ou profundos, artérias, centros nervosos, além de causar hemorragias.





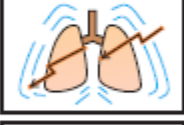

INTENSIDADE	EFEITO	CAUSAS	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Eletrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

Fig. 3 - Efeitos fisiológicos diretos da eletricidade no corpo humano.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.


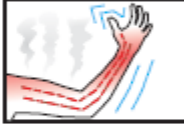

EFEITO	CAUSAS	
<b>Transtornos Cardiovasculares</b>	O choque elétrico afeta o ritmo cardíaco: infarto, taquicardia etc...	
<b>Queimaduras Internas</b>	A energia dissipada produz queimaduras internas: coagulação, carbonização.	
<b>Queimaduras Externas</b>	Produzidas por arco elétrico a 4000°C.	
<b>Outros Transtornos</b>	Conseqüências da passagem da corrente	Auditivo, ocular nervoso, renal

Fig. 4 - Efeitos fisiológicos indiretos da eletricidade no corpo humano.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

## 2.4 Tipos de Proteção Contra Choques Elétricos.

Existem duas formas de proteção contra choques elétricos. Lembrando que a medida de proteção prioritária contra choques elétricos é a desenergização elétrica:

### 2.4.1 PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS DIRETOS.

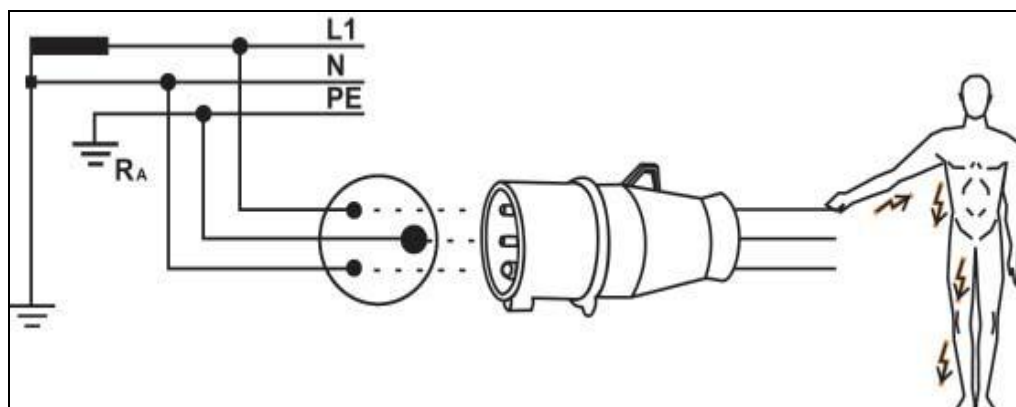


Fig. 5 – Proteção contra contatos diretos.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

Os trabalhadores devem ser protegidos contra os riscos que possam resultar de um contato com partes vivas da instalação, tais como condutores nus ou descobertos, terminais de equipamentos elétricos e etc.

A proteção contra contatos diretos deve ser assegurada por meio de:

#### 2.4.1.1 - Isolação das partes vivas.

É destinada a impedir todos os contatos com as partes vivas da instalação elétrica através do recobrimento total por uma isolação que somente possa ser removida através de sua destruição. As isolações dos componentes de uma instalação elétrica têm um papel fundamental na proteção contra choques elétricos.

Tipos de isolações:

- Básica: aplicada às partes vivas para assegurar um mínimo de proteção.

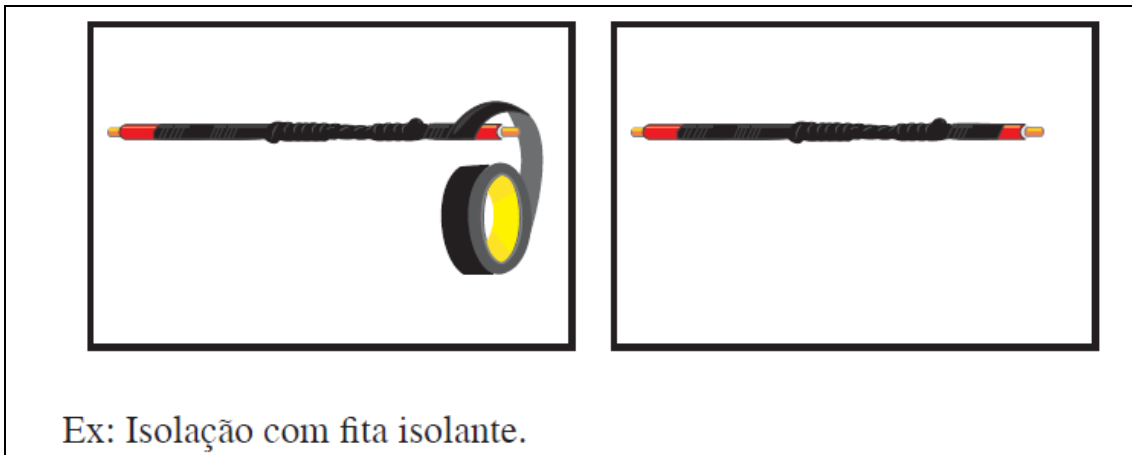


Fig. 6 – Isolação com fita isolante.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

- Suplementar: destinada a assegurar a proteção contra choques elétricos no caso de falha da isolação básica.

Ex: Isolamento com fita isolante complementada por mangueira isolante.

- Dupla: composta por isolação básica e suplementar.

Ex: Cabo com dupla isolação.

- Reforçada: aplicada sobre partes vivas, tem propriedades equivalentes às da isolação dupla. O recobrimento total por uma isolação deverá ter as mesmas características do isolamento original do cabo.



### 2.4.1.2 Barreiras ou invólucros

São destinados a impedir todos os contatos com as partes vivas da instalação elétrica, sendo que as partes vivas devem estar no interior de invólucros ou atrás de barreiras.

Para instalação de barreiras ou invólucros, a rede elétrica deverá ser desligada. A seguir um exemplo desse tipo de instalação.

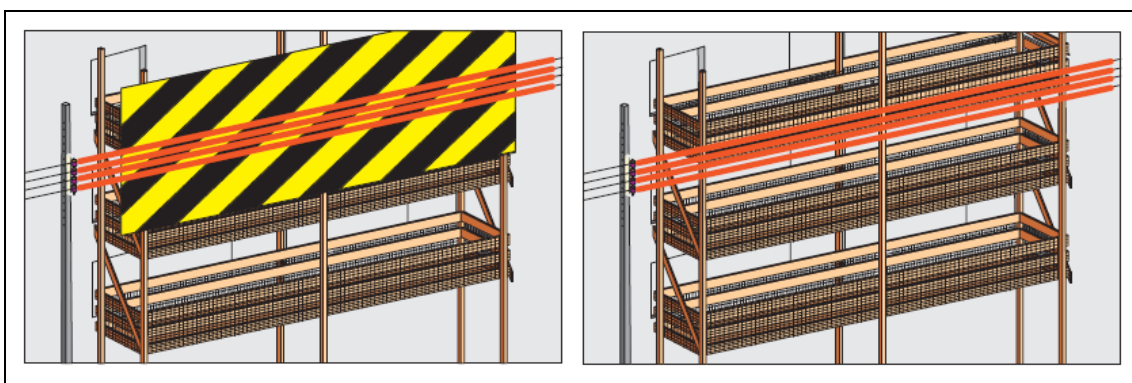


Fig. 7 – Instalação de Barreiras ou invólucros.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

### 2.4.1.3 Obstáculos.

São destinados a impedir os contatos diretos acidentais com partes vivas, sendo instalados em compartimentos cujo acesso é permitido somente a pessoas autorizadas. A seguir um exemplo de obstáculo.

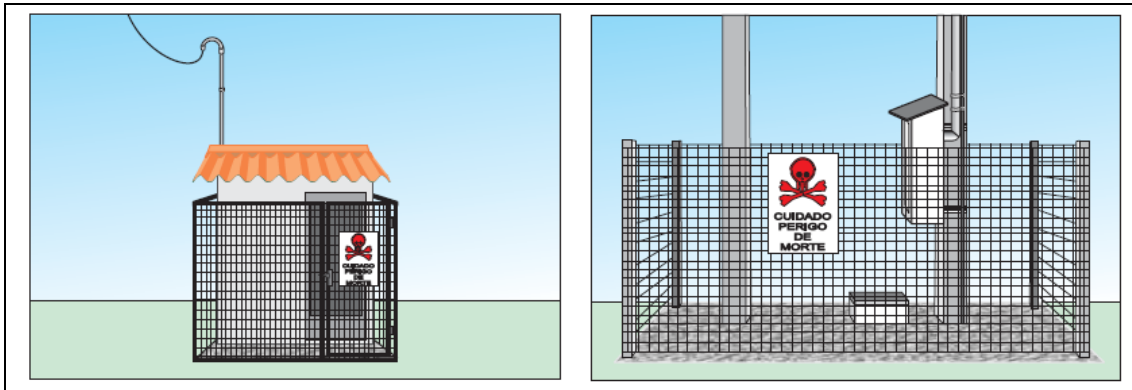


Fig. 8 – Instalação de Obstáculos.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

#### 2.4.1.4 Colocação fora de alcance.

É destinada a impedir os contatos acidentais, consistindo em instalar os condutores energizados a uma altura/distância que fique fora do alcance do trabalhador, das máquinas e dos equipamentos. A seguir um exemplo dessa situação.

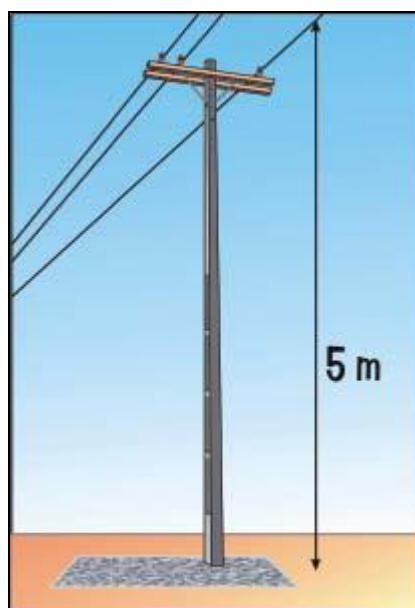


Fig. 9 – Colocação fora de alcance.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

## 2.4.2 – PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS INDIRETOS.

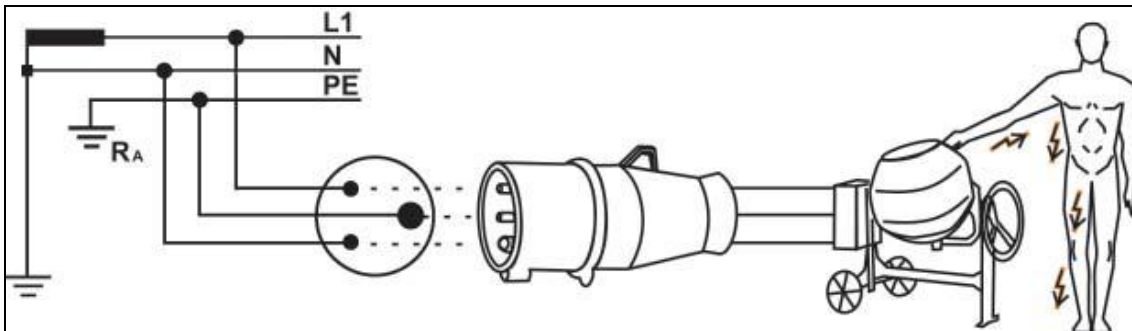


Fig. 10 – Tipo de proteção contra contatos indiretos.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

Os trabalhadores devem ser protegidos contra os perigos que possam resultar de um contato com massas colocadas acidentalmente sob tensão através do desligamento da fonte por disjuntor ou fusível rápido ou desligamento da fonte por um dispositivo à corrente diferencial - DR.

Levantamento anual da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade - Abracopel revela que, em 2011, 298 pessoas morreram vítimas de choque elétrico em residências e 265 incêndios foram causados por curtos-circuitos. Essa situação poderia ter sido evitada com a instalação adequada de um sistema de aterramento e do dispositivo de proteção a corrente diferencial – residual (DR).

### 2.4.2.1 Dispositivo à corrente diferencial-residual (DR).

Os dispositivos à corrente diferencial-residual (DR) constituem-se no meio mais eficaz de proteção das pessoas e animais contra choques elétricos. Estes dispositivos permitem o uso seguro e adequado da eletricidade, reduzindo o nível de perigo às pessoas, as perdas de energia e os danos às instalações, porém, sem dispensar outros elementos de proteção

(disjuntores, fusíveis e etc.). A sua aplicação é específica na proteção contra a corrente de fuga.

### Princípio de funcionamento

Os dispositivos DR podem ser divididos em três partes:

- a) transformador toroidal;
- b) disparador para conversão de uma grandeza elétrica em uma ação mecânica;
- c) mecanismo móvel com os elementos de contato.

O princípio de funcionamento destes dispositivos é decorrente da aplicação da lei de Kirchoff, ou seja, em uma instalação sem defeito, a soma geométrica das correntes nos condutores de fase e neutro é nula. Logo, o campo magnético gerado é nulo e a tensão induzida no secundário do transformador também será nula, não havendo, portanto, grandeza elétrica residual para conversão numa ação mecânica. A detecção dessa diferença é feita por um núcleo ferromagnético que envolve os condutores (menos o condutor PE) e que tem um enrolamento, no qual, em condições normais, não circula nenhuma corrente. Se houver uma diferença entre as correntes de entrada e de saída, surgirá uma tensão entre os terminais desse enrolamento, que acionará um eletroímã, que por sua vez abrirá o circuito principal.

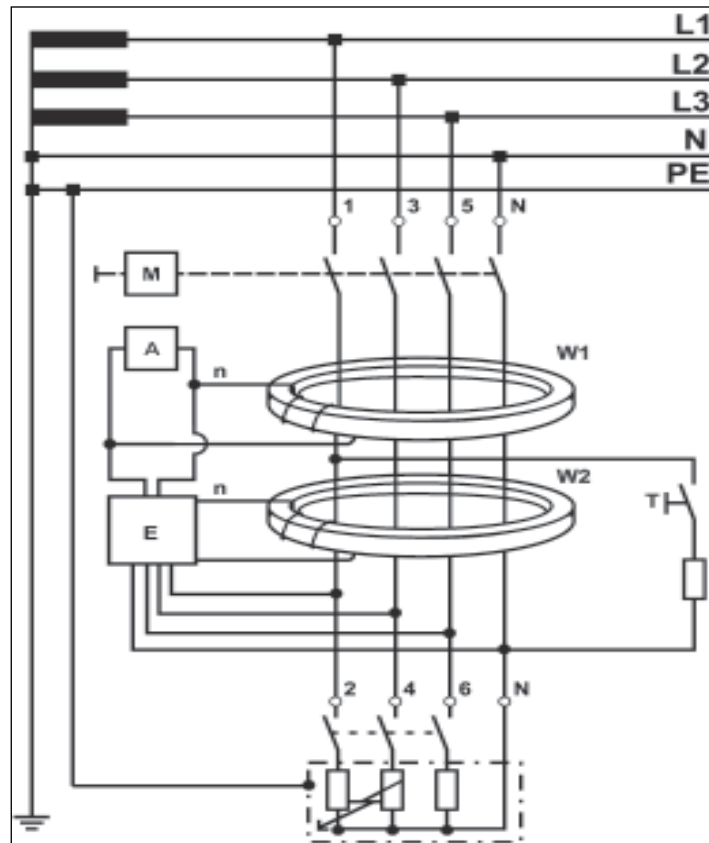


Fig. 11 – Dispositivo de proteção a corrente diferencial – residual (DR).

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

Os dispositivos à corrente diferencial-residual são aqueles capazes de detectar a corrente diferencial-residual de um circuito elétrico, provocando o seccionamento automático do mesmo, no caso desta corrente ultrapassar o valor especificado de atuação do dispositivo DR, isto é, a corrente diferencial residual nominal de atuação.

Estes dispositivos asseguram a proteção contra tensões de contato perigosas provenientes de:

- Defeitos de isolamento em aparelhos ligados à terra;
- Contatos indiretos com o terra da instalação ou parte dela;
- Contatos indiretos com partes ativas da instalação;
- Curto-circuito com a terra cuja corrente atinge o valor nominal – “proteção contra incêndio”.

A corrente convencional de atuação do DR é representada por  $I_n$  – corrente nominal. Um DR de corrente nominal de 30mA oferece proteção contra contatos indiretos e, se a corrente nominal for menor ou igual a 30mA, oferecerá proteção também contra choques diretos. Conforme a norma IEC 479-1, segue abaixo o gráfico zona tempo x corrente, onde percebemos que o  $I_{AC}$  é a corrente de ajuste do DR.

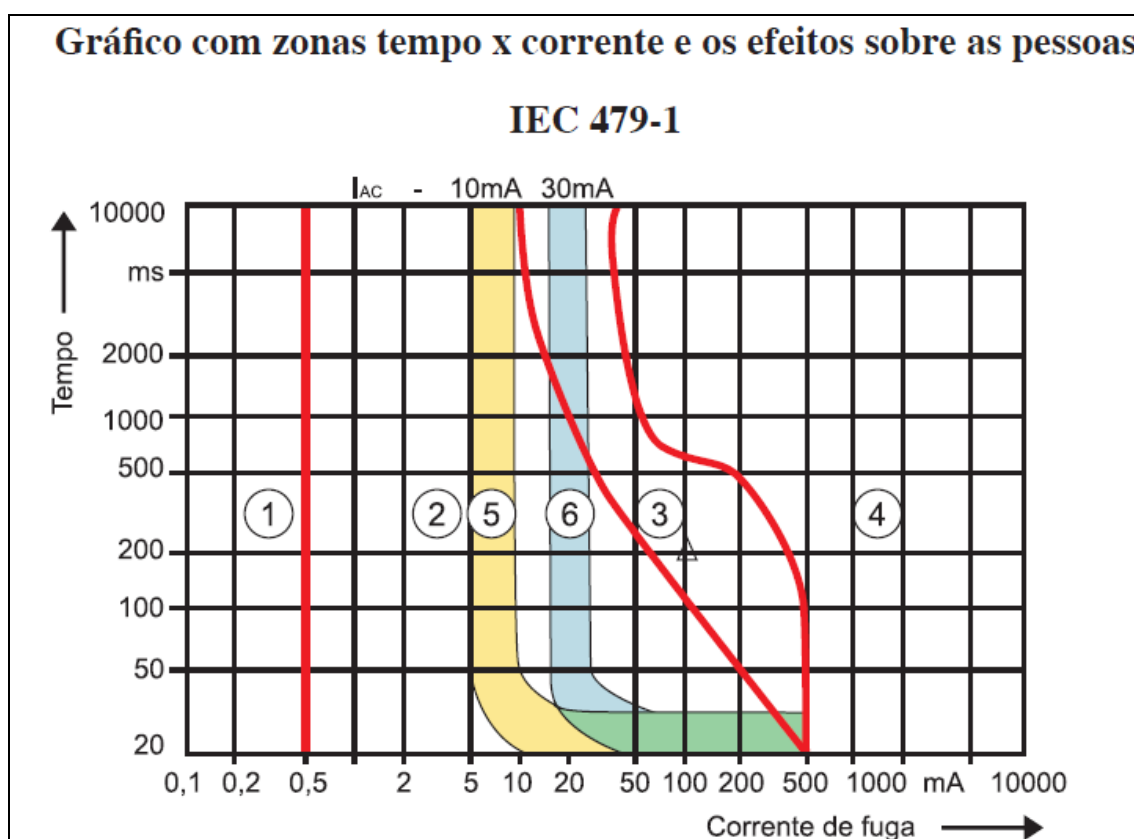


Fig. 12 – Curva tempo x corrente e os efeitos sobre as pessoas provocadas pelo DR.  
Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

### Zona 1

Nenhum efeito perceptível.

### Zona 2

Efeitos fisiológicos geralmente não danosos.

### Zona 3

Efeitos fisiológicos notáveis (parada cardíaca, parada respiratória, contrações musculares), geralmente reversíveis.

#### **Zona 4**

Elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis (fibrilação cardíaca, parada respiratória).

#### **Zona 5 e 6**

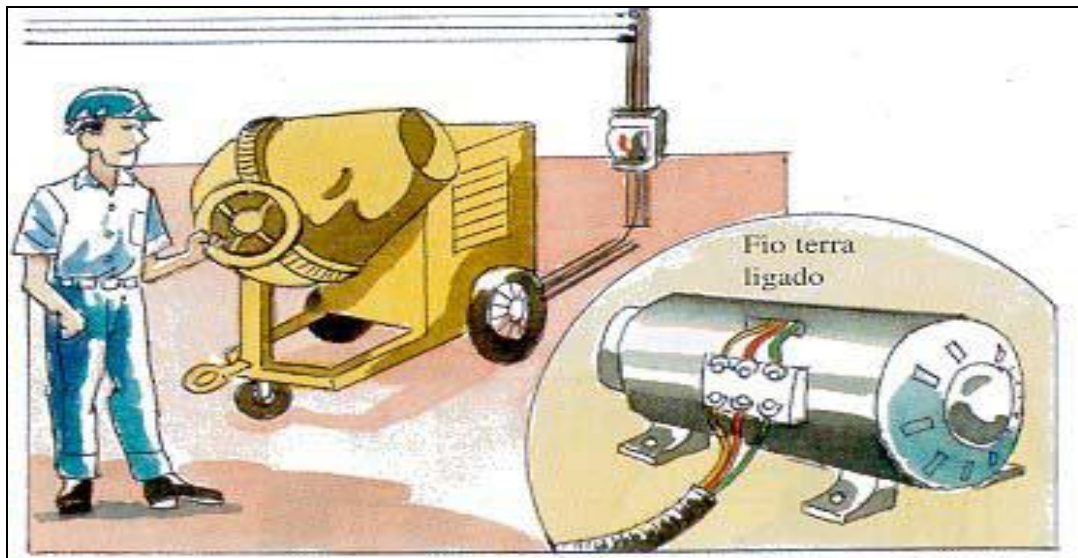
Faixas de atuação dos Dispositivos DR ou Disjuntores DR.

#### 2.4.2 Aterramento elétrico.

Um aterramento elétrico consiste em uma ligação elétrica proposital de um sistema físico (elétrico, eletrônico ou corpos metálicos) ao solo (FILHO, 2002).

É a ligação intencional com a terra, isto é, com o solo, que pode ser considerado um condutor através do qual a corrente elétrica pode fluir, difundindo-se. Toda instalação ou peça condutora que não faça parte dos circuitos elétricos, mas que, eventualmente, possa ficar sob tensão, deve ser devidamente aterrada. Neste caso, a corrente elétrica de fuga seguirá para o ponto de aterramento pelo “condutor terra”, não passando pelo corpo do trabalhador que toca a sua carcaça. (BRASIL. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Engenharia de Segurança do Trabalho na Indústria da Construção: Instalações Elétricas Temporárias em Canteiros de Obras.** São Paulo: FUNDACENTRO, 2001, 93 p.)

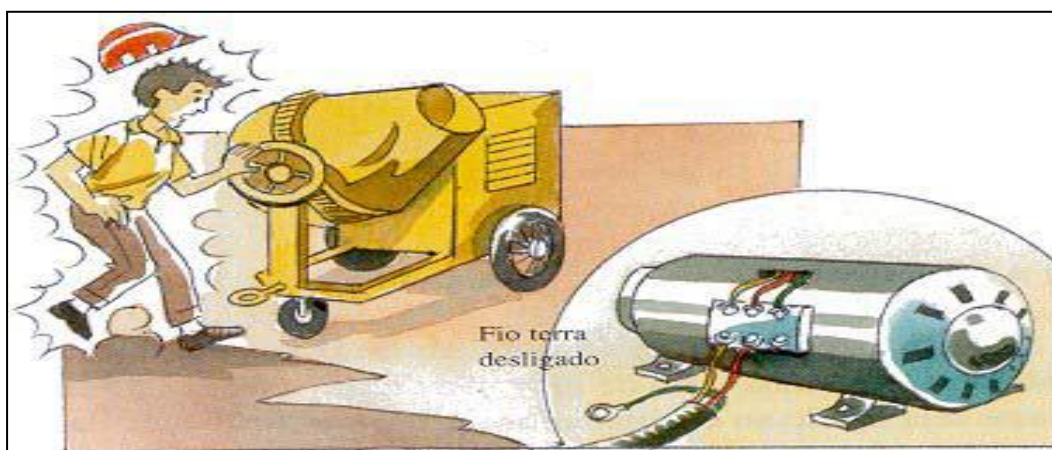




**Fig. 13 – Exemplo de operador trabalhando com o fio terra ligado.**

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2001.

No caso de inexistir o aterramento (cabo/fio terra de cor verde ou verde/amarelo), se um trabalhador encostar na carcaça da máquina, a corrente elétrica vai passar pelo seu corpo e causar um choque elétrico.



**Fig. 14 – Exemplo de operador trabalhando com o fio terra desligado.**

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2001.



#### 2.4.2.2.1 Sistema de aterramento.

É o conjunto de condutores, hastes e conectores interligados, circundados por elementos que dissipam para a terra as correntes impostas nesse sistema.

Os principais tipos de sistema de aterramento são:

1. Apenas uma haste cravada no chão;
2. Hastes dispostas triangularmente;
3. Hastes em quadrado;
4. Hastes alinhadas;
5. Placas metálicas enterradas no solo;
6. Fios ou cabos enterrados no solo, formando várias configurações:

- quadrado formando uma malha de terra
  - em cruz
  - estendido em vala
  - em estrela
7. Eletrodos de fundação / encapsulados em concreto.

O projeto do sistema de aterramento deve ser desenvolvido de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Um sistema de aterramento deve ser composto das seguintes etapas:

1. Definir o local de aterramento;
2. Efetuar medições de resistividade no local definido;
3. Fazer a estratificação do solo.

O sistema de aterramento deve ser sempre dimensionado, levando em conta a segurança das pessoas e a sensibilidade dos equipamentos.

A manutenção do sistema de aterramento deve ser executada com periodicidade para evitar a corrosão e a oxidação de seus componentes. O projeto deve ser elaborado por profissional legalmente habilitado e executado por trabalhador qualificado.

#### 2.4.2.2 Esquema de aterramento TT.

O esquema de aterramento utilizado em canteiros de obras é o TT. Nesse esquema de aterramento existe um ponto de alimentação (geralmente o secundário do transformador com seu ponto neutro) diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a um eletrodo de aterramento, independentemente do eletrodo de aterramento da alimentação, provido de uma proteção complementar a ser instalado nas derivações da instalação (circuitos terminais), utilizando dispositivo à corrente diferencial-residual (DR) para a proteção contra contatos indiretos por seccionamento automático (FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007).

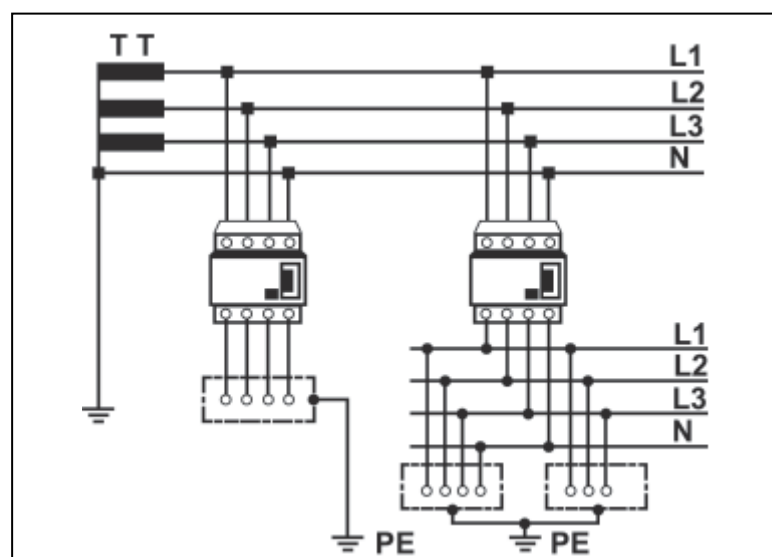


Fig. 15 - Esquema de aterramento TT.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

Os principais componentes do sistema de aterramento são:

1. Apenas uma haste cravada no chão;
2. Hastes dispostas triangularmente;
3. Hastes em quadrado;
4. Hastes alinhadas;
5. Placas metálicas enterradas no solo;
6. Fios ou cabos enterrados no solo, formando várias configurações:
  - quadrado formando uma malha de terra
  - em cruz
  - estendido em vala
  - em estrela
7. Eletrodos de fundação / encapsulados em concreto.



Fig. 16 - Haste de aterramento.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

O projeto do sistema de aterramento deve ser desenvolvido de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Um sistema de aterramento deve ser composto das seguintes etapas:

1. Definir o local de aterramento;
2. Efetuar medições de resistividade no local definido;
3. Fazer a estratificação do solo.

O sistema de aterramento deve ser sempre dimensionado, levando em conta a segurança das pessoas e a sensibilidade dos equipamentos. A manutenção do sistema de aterramento deve ser executada com periodicidade para evitar a corrosão e a oxidação de seus componentes. O projeto deve ser elaborado por profissional legalmente habilitado e executado por trabalhador qualificado (FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007).

#### Seção Mínima do Condutor de Proteção.

<b>Secção dos condutores fase da instalação <math>S(\text{mm}^2)</math></b>	<b>Secção mínima do condutor de proteção correspondente - <math>S_p(\text{mm}^2)</math></b>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Fig. 17 – Tabela com a secção mínima do condutor de proteção.

Fonte: FUNDACENTRO. Instalações Elétricas Temporárias em canteiros de obras, 2007.

OBSERVAÇÕES:

**1** – A secção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou do mesmo invólucro que os condutores vivos deve ser, em qualquer caso, não inferior a:

- a) 2,5mm<sup>2</sup> se possuir proteção mecânica;
- b) 4,0mm<sup>2</sup> se não possuir proteção mecânica.

**2** – Na conexão do condutor de proteção com a massa, a mesma não poderá ter materiais isolantes (ex.: tinta).

**3** – A parte superior da haste deve situar-se a uma profundidade de, no mínimo, 0,5m (cinquenta centímetros), a fim de evitar possíveis danos externos.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Coleta de dados**

A coleta de dados foi feita em visita durante a fase de construção de um empreendimento comercial (shopping center) localizado no estado de São Paulo, foram levantadas as informações desse estudo através de fotos e também foi visitada às Bibliotecas de Engenharia Elétrica e de Produção, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Foram feitas pesquisas na internet em páginas eletrônicas de instituições governamentais e não governamentais, páginas especializadas em segurança do trabalho, publicações eletrônicas e revistas do ramo.

Por fim, foi relatado opiniões de profissionais no campo que ajudaram a desenvolver uma visão mais crítica do tema pesquisado.

### **3.2 Segmento analisado**

O trabalho foi elaborado com foco na Indústria da Construção, onde foi avaliada uma empresa desse setor econômico, essa empresa contou com um contingente aproximado de 2.500 empregados próprios em 2011.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos dias atuais as instalações elétricas são uma parte do insumo que possibilita o funcionamento de equipamentos, máquinas e instalações, desde o surgimento da eletricidade até os dias de hoje a evolução das instalações elétricas, vem acompanhando esse processo.

As instalações elétricas são o caminho para que a eletricidade chegue a esses equipamentos e máquinas, desde a fonte de geração de energia (geradores elétricos e/ou usinas) passando pelo transporte nas redes de transmissão de energia elétrica até chegar próximo ao grandes centros urbanos onde são convertidas e passam a serem chamadas redes de distribuição de distribuição elétrica e então chegam em nossas casas nas tomadas para ligarmos os equipamentos e máquinas ou nas lâmpadas para acendermos as mesmas.

Conforme a ABNT NBR 5410, a aplicação de diferenciais residuais (DR) significa a mais eficiente proteção contra acidentes elétricos, uma vez que estes aumentam a cada ano e impõe uma ação de consciência e responsabilidade sobre o problema dos contatos acidentais, exigindo uma maior preocupação com os meios, métodos e dispositivos que permitem o uso seguro da eletricidade (PIAL LEGRAND, 2006).

O sistema de aterramento, também é um item que tem grande importância na prevenção de acidentes, uma vez que o mesmo é o responsável (desde que corretamente projeto e instalado) em escoar para a terra qualquer corrente de fuga seja numa instalação, máquina ou equipamento elétrico.

Uma ligação à terra pode constituir-se em um fator de segurança, por permitir o escoamento para a mesma de cargas ou correntes de descarga e de fuga (FILHO, 2002).

A eletricidade não admite precariedade e improvisações, quer nas instalações e seus componentes, quer nos serviços, ela não dá avisos, não tem cheiro, não tem cor, não faz ruído, não vaza de forma aparente, não é quente nem fria, mas é fatal (PEREIRA, 2011).

A maioria das empresas ainda não considera aumentar a segurança nas suas instalações elétricas um investimento. Mas, muito além do que uma questão ética, diminuir os riscos de um acidente com eletricidade também é um bom investimento. Para tornar suas instalações elétricas mais seguras, as empresas precisam alocar recursos no aumento do conhecimento de seus empregados (Diretamente), prestadores de serviço (Indiretamente) e manter corretamente as suas instalações elétricas. Tais medidas produzem benefícios diretos como a melhoria da produtividade, a redução dos custos com energia e o aumento da vida útil dos equipamentos elétricos e eletrônicos (SANTOS, 2012).

No estudo realizado demonstraremos a situação, ao qual, foi encontrada e analisando as fotos iremos propor medidas preventivas para que as instalações possam oferecer menos riscos aos profissionais que trabalham nesse setor.

#### **4.1 Estudo realizado.**

Esse trabalho apresenta situações reais, aos quais, muitas vezes as instalações elétricas estão expostas nos canteiros de trabalho na construção civil, tornando-se um risco real aos profissionais e equipamentos que interagem direta ou indiretamente com essas instalações. As medidas de proteção para instalações elétricas quando bem executadas ajudam a evitar os tipos de contatos que um profissional possa ter acidentalmente.



Situação 1:



Figura 18 – Quadro elétrico com cabo elétrico sobre o mesmo.

**Comentários:** Essa foto apresenta uma quadro elétrico (tipo robô) que funciona como um quadro de distribuição de energia, o mesmo, energiza cabos elétricos e extensões que são utilizadas para a instalação de equipamentos e máquinas elétricas, nota-se, que existe uma situação de risco nessa figura onde um dos cabos elétricos está exposto em cima do painel e a isolação do mesmo não está bem executada.

### **Medida de prevenção:**

1 - Esse quadro elétrico está apoiado sobre uma estrutura metálica, necessário garantir o aterramento da carcaça e identificar o quadro com uma etiqueta de aterramento.

2 – Retirar a isolação de fita isolante e instalar um único cabo elétrico desse quadro até o ponto de tomada sem emendas.

3 – Melhorar a proteção mecânica dos cabos elétricos, na foto os cabos estão soltos e apenas protegidos pela camada de proteção extra do tipo PP. Essa proteção pode ser melhorada com a utilização de eletrodutos ou eletrocalhas.

4 – Identificação do tipo: “QUADRO ELÉTRICO ENERGIZADO – CUIDADO”.

### **Situação 2:**



Figura 19 – Cabos elétricos expostos.

**Comentários:** Os cabos elétricos estão expostos possibilitando diversos tipos de acidentes, como: tropeços, corte na isolação, energização de cabo erroneamente e cabo elétrico preso em estruturas de ferro, nesse caso, se o cabo houver um pequeno corte pode energizar a estrutura.

### **Medida de prevenção:**

- 1 – Instalar os cabos elétricos em eletrodutos ou eletrocalhas.
- 2 – Reposicionar o quadro elétrico para que o operador possa ter melhor espaço ergonômico.
- 3 – Identificação do quadro elétrico.

### **Situação 3:**



Figura 20 – Cabos elétricos soltos sobre uma grade de proteção.

**Comentários:** Os cabos elétricos estão expostos ao tempo, podendo sofrer intempéries da ação da chuva, sol, vento e frio, comprometendo a isolamento, além disso, o cabo está sobre uma grade de proteção metálica, se houver um dano na isolamento desse cabo toda a grade poderá ficar energizada e qualquer pessoa ou animal que encostar-se a essa grade e na mesma não existir aterramento, poderão sofrer um choque elétrico.

### **Medida de prevenção:**

1 – Instalação de eletrodutos ou eletrocalhas ou leito no piso com tampa para a proteção mecânica dos cabos elétricos.

2 – Identificação de aviso envolta da grade do tipo: “ACESSO SOMENTE A PESSOAS AUTORIZADAS”.

3 – Identificação de aviso em volta do centro de medição do tipo “ACESSO SOMENTE A PESSOAS AUTORIZADAS”.

### **Situação 4:**



Figura 21 – Cabos elétricos no piso sobre madeiras e abaixo de chapas metálicas.

**Comentários:** Os cabos elétricos além de expostos ao tempo, estão abaixo de chapas metálicas no piso, pode ocorrer de um cabo ter a sua isolação danificada nesse trecho e energizar as chapas metálicas, normalmente um operador que trabalha na remoção de chapas metálicas, não utiliza luvas isolantes, conseqüentemente, se essa situação ocorrer poderá esse operador sofrer um choque elétrico.



**Medida de prevenção:**

- 1 – Retirada dos cabos elétricos dessa situação aparente.
- 2 – Instalação dos cabos elétricos em leitos, eletrodutos ou eletrocalhas para garantir a proteção mecânica dos mesmos.

Situação 5:

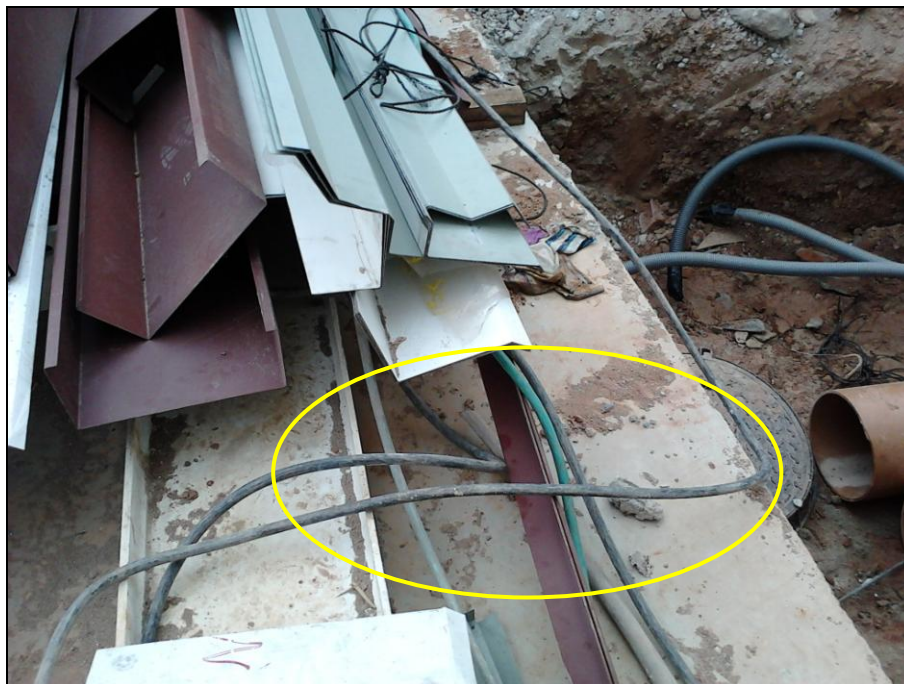


Figura 22 – Cabos elétricos sobre chapas metálicas e buraco.

**Comentários:** A mesma situação perigosa anterior, além disso, existe o risco de queda no buraco ao lado devido ao piso irregular propiciando o aumento da possibilidade de um acidente.

**Medida de prevenção:**

- 1 – Retirada dos cabos elétricos dessa situação aparente.
- 2 – Remoção das chapas metálicas.
- 3 – Instalação dos cabos elétricos em leitos, eletrodutos ou eletrocalhas para garantir a proteção mecânica dos mesmos.

4 – Correção do piso ou vala num único nível.

Situação 6:



Figura 23 – Cabos elétricos expostos no canteiro de obra sem proteção.

**Comentários:** O cabo elétrico está solto no meio do local de trabalho sem proteção mecânica (eletroduto ou eletrocalha) na possibilidade de queda de algum componente no teto esse cabo pode sofrer um corte podendo provocar um acidente.

**Medida de prevenção:**

- 1 – Instalação dos cabos elétricos em eletroduto ou eletrocalha para garantir a proteção mecânica aos mesmos.
- 2 – Evitar a instalação dos cabos elétricos no meio de locais de trabalho.
- 3 – Reposicionar o quadro elétrico para um local onde o mesmo não fique no meio do ambiente de trabalho.

## 5.CONCLUSÃO

Esse trabalho mostrou algumas situações perigosas, aos quais, os profissionais da indústria da construção, vivenciam no seu dia a dia de trabalho, na área de instalações se verifica certo descuido nos canteiros de obras como foi apresentado, também verifica-se que os profissionais que trabalham nessa área só possuem o conhecimento e treinamento na norma NR-10, esse conhecimento é adquirido devido a obrigatoriedade desde 2004, das empresas em treinarem seus profissionais nessa norma, um item importante e bem elaborado é a exigência do treinamento bienal ou quando houver algum acidente, mudança de função ou afastamento com esses profissionais.

Porém, não se pode treinar um profissional apenas com a utilização da norma regulamentadora, o investimento nos profissionais em treinamentos técnicos também se torna necessário nos dias atuais, para que os mesmos possam conhecer não apenas os riscos que estão sujeitos, mas para que possam adquirir conhecimento técnico, a médio e longo prazo o profissional torna-se mais técnico e responsável de suas atividades e as empresas ganham com a qualificação de seus profissionais e com menores possibilidades de acidentes e afastamento de funcionários, o que ajuda também aos outros setores com menos funcionários inativos.

Percebeu que no canteiro de obra, durante o andamento da atividade as instalações elétricas, permaneceram da maneira que foi apresentada, somente houve a mudança na energização do sistema definitivo, também conhecida como ligação definitiva. Durante esse tempo (aproximadamente 4 meses) as instalações apresentaram riscos aos profissionais o que torna preocupante, visto que, sabemos que na maioria das obras esse tipo de instalação é utilizado e o cenário atual com a quantidade de obras que o país apresenta pode representar um grave problema futuro a ser corrigido.

Não houve um resultado concreto ou mesmo a aplicação desse estudo devido à dinâmica da obra onde de tempos em tempos (conforme o cronograma da obra) a mesma vai avançando, assim sendo, esse estudo não teve tempo para ser aplicado, porém, esse estudo poderá servir para que no futuro possam ser evitadas situações que ofereçam riscos aos trabalhadores no seu dia a dia.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410** – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Março 2005.

FILHO, A. RANGEL; AMARAL, A.E. PADILHA do; SILVA, A.C. MOREIRA da; CUSTÓDIO, D.; JÚNIOR, J.M. LIMA; FELIX, M. CHRISTINA; VIANA, J. MAURÍCIO; MANTOVANI, O. CASSIANO; SOUZA, P. CÉSAR de; SILVA, R. RODRIGUES da. **Instalações Elétricas Temporárias em Canteiros de Obras**. São Paulo: Fundacentro, 2001.

FILHO, S. V. **Aterramentos Elétricos – Conceitos Básicos, Técnicas de Medição e Instrumentação, Filosofias de Aterramento**. SÃO PAULO: ARTLIBER, 2002.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **NR 10** – Norma Regulamentadora nº 10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade – Dezembro 2004.

SOUZA, J. J. BARRICO de; PEREIRA, J. GOMES. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10, NR-10 Comentada**. SÃO PAULO: LTR, 2007.

VIANA, J. VIANA; SILVA, A.C. MOREIRA da; MANTOVANI, O. CASSIANO . **Instalações elétricas temporárias em canteiros de obras**. São Paulo : Fundacentro, 2007.

<http://www.abracopel.org.br/artigos/exibir/2012/03/investimento-em-seguranca+P234.html> acesso em 02 ago. 2012. (SANTOS, 2012) – investimento em segurança – 19/03/2012.- Sérgio Roberto Santos.

<http://www.trabalhoevidencia.com.br/download/joaquimsp.pdf> acesso em 01 ago. 2012

(PEREIRA, 2011)

[www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br)

[www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br)

[www.protecao.com.br](http://www.protecao.com.br)

## **ANEXOS.**

A seguir os principais anexos e informações da NR-10 e NBR 5410, retirados para a realização desse trabalho.

### **NBR 5410**

Esta norma técnica ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de baixa tensão teve a sua segunda edição publicada em 30/09/2004 e passou a ser oficialmente válida em 31/03/2005.

No capítulo 1 da norma já é demonstrada claramente que a finalidade é de garantir segurança de pessoas e animais, o correto funcionamento da instalação e a conservação dos bens, bem como, informa-se onde ela deve ser aplicada.

**1.1** Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

**1.2** Esta Norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas.

No capítulo 2, item 2a da norma existe uma associação (paralelo) com o glossário da NR 10.

**1.2.2** Esta Norma aplica-se:

a) aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1 000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1 500 V em corrente contínua;

## **NR 10**

No dia 08/12/2004 a décima Norma Regulamentadora – NR 10 teve seu texto atualizado e publicado no Diário Oficial da União, substituindo a redação anterior de 1978. (MTE, 2004)

Após o início das privatizações do setor elétrico e devido as grandes transformações ocorridas nesse setor houve-se uma atualização nessa norma.

Esta nova redação da NR-10 deixa bem explicado logo no seu início (cap. 1, item 1) que seu objetivo é garantir a segurança e saúde dos trabalhadores através da prevenção, como pode ser conferido abaixo:

**10.1.1** Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

No cap. 1, item 2, a norma explica as fases que ela se aplica e as suas etapas, fica possível de se entender que na construção civil, esse item é aplicável, visto que, existem todas etapas descritas em instalações elétricas, também abrange as suas proximidades, detalhe para a observação a normas técnicas oficiais (NBRs) e na ausência consultar as normas internacionais.

**10.1.2** Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Conforme a NR-10, no seu cap. 6, subitem três está escrito:

**10.6.3** Os serviços em instalações energizadas, ou em suas proximidades devem ser suspensos de imediato na iminência de ocorrência que possa colocar os trabalhadores em perigo.

No cap. 8, item 8, a norma novamente fala sobre medidas de prevenção e associa ao estabelecido no seu Anexo II.

10.8.8 Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem possuir treinamento específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas, de acordo com o estabelecido no Anexo II desta NR.

Conforme texto da NR 10, cap. 8, um profissional será qualificado quando:

## **10.8 - HABILITAÇÃO, QUALIFICAÇÃO, CAPACITAÇÃO E AUTORIZAÇÃO DOS TRABALHADORES.**

**10.8.1** É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino.

10.8.2 É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

**10.8.3** É considerado trabalhador capacitado aquele que atenda às seguintes condições, simultaneamente:

- a) receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado; e
- b) trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

**10.8.3.1** A capacitação só terá validade para a empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação.

**10.8.4** São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.

**10.8.5** A empresa deve estabelecer sistema de identificação que permita a qualquer tempo conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador, conforme o item 10.8.4.

**10.8.6** Os trabalhadores autorizados a trabalhar em instalações elétricas devem ter essa condição consignada no sistema de registro de empregado da empresa.

**10.8.7** Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem ser submetidos à exame de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas, realizado em conformidade com a NR 7 e registrado em seu prontuário médico.

**10.8.8** Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem possuir treinamento específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas, de acordo com o estabelecido no Anexo II desta NR.

**10.8.8.1** A empresa concederá autorização na forma desta NR aos trabalhadores capacitados ou qualificados e aos profissionais habilitados que tenham participado com avaliação e aproveitamento satisfatórios dos cursos constantes do ANEXO II desta NR.

**10.8.8.2** Deve ser realizado um treinamento de reciclagem bienal e sempre que ocorrer alguma das situações a seguir:

- a) troca de função ou mudança de empresa;
- b) retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade, por período superior a três meses;
- c) modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

**10.8.8.3** A carga horária e o conteúdo programático dos treinamentos de reciclagem destinados ao atendimento das alíneas “a”, “b” e “c” do item 10.8.8.2 devem atender as necessidades da situação que o motivou.

**10.8.8.4** Os trabalhos em áreas classificadas devem ser precedidos de treinamento específico de acordo com risco envolvido.

**10.8.9** Os trabalhadores com atividades não relacionadas às instalações elétricas desenvolvidas em zona livre e na vizinhança da zona controlada, conforme define esta NR, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

No cap. 12, item 4, novamente fala-se sobre prevenção, associando ao combate a incêndio existentes nas instalações elétricas.

10.12.4 Os trabalhadores autorizados devem estar aptos a manusear e operar equipamentos de prevenção e combate a incêndio existentes nas instalações elétricas.

No Glossário da NR 10, está bem claro o que é pela norma classificado como Alta Tensão e Baixa Tensão.

## GLOSSÁRIO

1. **Alta Tensão (AT):** tensão superior a 1000 volts em corrente lternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
5. **Baixa Tensão (BT):** tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

No estudo realizado analisamos as situações com circuitos energizados em baixa tensão e que foram apresentados durante o descrever desse trabalho.

Logo, a nova NR-10 na sua totalidade apresenta 14 capítulos, 99 subitens, 3 anexos e 1 glossário, anteriormente, eram 4 capítulos e 69 subitens, analisando em números, houve um aumento considerável, porém, o mais importante são que os capítulos foram bem divididos e os subitens bem distribuídos com os seus respectivos capítulos, os anexos e o glossário também são bem uteis, visto que, deixa bem claro o que representa cada um.

## GLOSSÁRIO DA NR 10.

- 1. Alta Tensão (AT):** tensão superior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
- 2. Área Classificada:** local com potencialidade de ocorrência de atmosfera explosiva.
- 3. Aterramento Elétrico Temporário:** ligação elétrica efetiva confiável e adequada intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialidade e mantida continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.
- 4. Atmosfera Explosiva:** mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa, poeira ou fibras, na qual após a ignição a combustão se propaga.
- 5. Baixa Tensão (BT):** tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
- 6. Barreira:** dispositivo que impede qualquer contato com partes energizadas das instalações elétricas.
- 7. Direito de Recusa:** instrumento que assegura ao trabalhador a interrupção de uma atividade de trabalho por considerar que ela envolve grave e iminente risco para sua segurança e saúde ou de outras pessoas.
- 8. Equipamento de Proteção Coletiva (EPC):** dispositivo, sistema, ou meio, fixo ou móvel de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros.
- 9. Equipamento Segregado:** equipamento tornado inacessível por meio de invólucro ou barreira.
- 10. Extra-Baixa Tensão (EBT):** tensão não superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
- 11. Influências Externas:** variáveis que devem ser consideradas na definição e seleção de medidas de proteção para segurança das pessoas e desempenho dos componentes da instalação.
- 12. Instalação Elétrica:** conjunto das partes elétricas e não elétricas associadas e com características coordenadas entre si, que são necessárias ao funcionamento de uma parte determinada de um sistema elétrico.



**13. Instalação Liberada para Serviços (BT/AT):** aquela que garanta as condições de segurança ao trabalhador por meio de procedimentos e equipamentos adequados desde o início até o final dos trabalhos e liberação para uso.

**14. Impedimento de Reenergização:** condição que garante a não energização do circuito através de recursos e procedimentos apropriados, sob controle dos trabalhadores envolvidos nos serviços.

**15. Invólucro:** envoltório de partes energizadas destinado a impedir qualquer contato com partes internas.

**16. Isolamento Elétrico:** processo destinado a impedir a passagem de corrente elétrica, por interposição de materiais isolantes.

**17. Obstáculo:** elemento que impede o contato acidental, mas não impede o contato direto por ação deliberada.

**18. Perigo:** situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou dano à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.

**19. Pessoa Advertida:** pessoa informada ou com conhecimento suficiente para evitar os perigos da eletricidade.

**20. Procedimento:** seqüência de operações a serem desenvolvidas para realização de um determinado trabalho, com a inclusão dos meios materiais e humanos, medidas de segurança e circunstâncias que impossibilitem sua realização.

**21. Prontuário:** sistema organizado de forma a conter uma memória dinâmica de informações pertinentes às instalações e aos trabalhadores.

**22. Risco:** capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.

**23. Riscos Adicionais:** todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos, específicos de cada ambiente ou processos de Trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde no trabalho.

**24. Sinalização:** procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir.

**25. Sistema Elétrico:** circuito ou circuitos elétricos inter-relacionados destinados a atingir um determinado objetivo.

**26. Sistema Elétrico de Potência (SEP):** conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive.

**27. Tensão de Segurança:** extra baixa tensão originada em uma fonte de segurança.

**28. Trabalho em Proximidade:** trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule.

**29. Travamento:** ação destinada a manter, por meios mecânicos, um dispositivo de manobra fixo numa determinada posição, de forma a impedir uma operação não autorizada.

**30. Zona de Risco:** entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível inclusive acidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.

**31. Zona Controlada:** entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados.

ANEXO II

ZONA DE RISCO E ZONA CONTROLADA

Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre.

<i>Faixa de tensão Nominal da instalação elétrica em kV</i>	<i>Rr - Raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros</i>	<i>Rc - Raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros</i>
<1	0,20	0,70
≥1 e <3	0,22	1,22
≥3 e <6	0,25	1,25
≥6 e <10	0,35	1,35
≥10 e <15	0,38	1,38
≥15 e <20	0,40	1,40
≥20 e <30	0,56	1,56
≥30 e <36	0,58	1,58
≥36 e <45	0,63	1,63
≥45 e <60	0,83	1,83
≥60 e <70	0,90	1,90
≥70 e <110	1,00	2,00
≥110 e <132	1,10	3,10
≥132 e <150	1,20	3,20
≥150 e <220	1,60	3,60
≥220 e <275	1,80	3,80
≥275 e <380	2,50	4,50
≥380 e <480	3,20	5,20
≥480 e <700	5,20	7,20

Fig. 24 – Limites de Zona de Risco e Zona Controlada da NR 10.

Fonte: MTE. NR 10, 2004.

Figura 1 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre

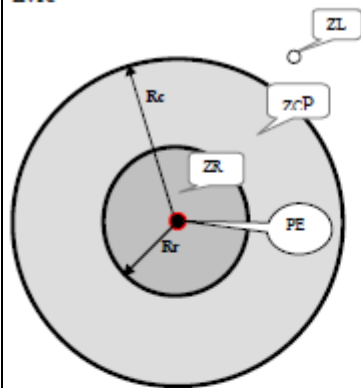


Figura 2 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre, com interposição de superfície de separação física adequada.

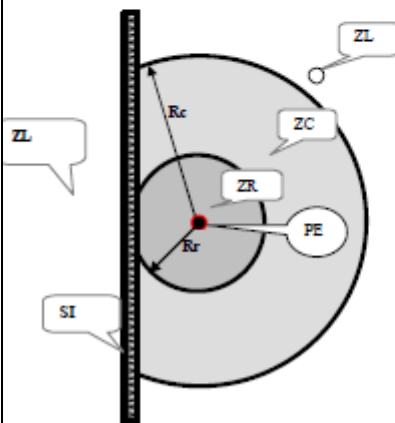


Fig. 25 – Distâncias de delimitação da NR 10.

Fonte: MTE. NR 10, 2004.

ZL = Zona livre

ZC = Zona controlada, restrita a trabalhadores autorizados.

ZR = Zona de risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalho.

PE = Ponto da instalação energizado.

SI = Superfície isolante construída com material resistente e dotada de todos dispositivos de segurança.

Fig. 26 – Informações dos pontos de delimitação da NR 10.

Fonte: MTE. NR 10, 2004.

## ANEXO III

### TREINAMENTO

#### 1. CURSO BÁSICO – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE

I - Para os trabalhadores autorizados: carga horária mínima – 40h:

Programação Mínima:

1. introdução à segurança com eletricidade.
  
2. riscos em instalações e serviços com eletricidade:
  - a) o choque elétrico, mecanismos e efeitos;
  - b) arcos elétricos; queimaduras e quedas;
  - c) campos eletromagnéticos.
  
3. Técnicas de Análise de Risco.
  
4. Medidas de Controle do Risco Elétrico:
  - a) desenergização.
  - b) aterramento funcional (TN / TT / IT); de proteção; temporário;
  - c) equipotencialização;
  - d) seccionamento automático da alimentação;
  - e) dispositivos a corrente de fuga;
  - f) extra baixa tensão;
  - g) barreiras e invólucros;
  - h) bloqueios e impedimentos;
  - i) obstáculos e anteparos;
  - j) isolamento das partes vivas;
  - k) isolação dupla ou reforçada;
  - l) colocação fora de alcance;
  - m) separação elétrica.

5. Normas Técnicas Brasileiras – NBR da ABNT: NBR-5410, NBR 14039 e outras;

6) Regulamentações do MTE:

a) NRs;

b) NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade);

c) qualificação; habilitação; capacitação e autorização.

7. Equipamentos de proteção coletiva.

8. Equipamentos de proteção individual.

9. Rotinas de trabalho – Procedimentos.

a) instalações desenergizadas;

b) liberação para serviços;

c) sinalização;

d) inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamento.

10. Documentação de instalações elétricas.

11. Riscos adicionais:

a) altura;

b) ambientes confinados;

c) áreas classificadas;

d) umidade;

e) condições atmosféricas.

12. Proteção e combate a incêndios:

a) noções básicas;

b) medidas preventivas;

c) métodos de extinção;

d) prática.

13. Acidentes de origem elétrica:

- a) causas diretas e indiretas;
- b) discussão de casos.

14. Primeiros socorros:

- a) noções sobre lesões;
- b) priorização do atendimento;
- c) aplicação de respiração artificial;
- d) massagem cardíaca;
- e) técnicas para remoção e transporte de acidentados;
- f) práticas.

15. Responsabilidades.

## **2. CURSO COMPLEMENTAR – SEGURANÇA NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP) E EM SUAS PROXIMIDADES.**

É pré-requisito para freqüentar este curso complementar, ter participado, com aproveitamento satisfatório, do curso básico definido anteriormente.

Carga horária mínima – 40h

(\*) Estes tópicos deverão ser desenvolvidos e dirigidos especificamente para as condições de trabalho características de cada ramo, padrão de operação, de nível de tensão e de outras peculiaridades específicas ao tipo ou condição especial de atividade, sendo obedecida a hierarquia no aperfeiçoamento técnico do trabalhador.

### **I - Programação Mínima:**

#### **1. Organização do Sistema Elétrico de Potencia – SEP.**

## 2. Organização do trabalho:

- a) programação e planejamento dos serviços;
- b) trabalho em equipe;
- c) prontuário e cadastro das instalações;
- d) métodos de trabalho; e
- e) comunicação.

## 3. Aspectos comportamentais.

## 4. Condições impeditivas para serviços.

## 5. Riscos típicos no SEP e sua prevenção (\*):

- a) proximidade e contatos com partes energizadas;
- b) indução;
- c) descargas atmosféricas;
- d) estática;
- e) campos elétricos e magnéticos;
- f) comunicação e identificação; e
- g) trabalhos em altura, máquinas e equipamentos especiais.

## 6. Técnicas de análise de Risco no S E P (\*)

## 7. Procedimentos de trabalho – análise e discussão. (\*)

## 8. Técnicas de trabalho sob tensão: (\*)

- a) em linha viva;
- b) ao potencial;
- c) em áreas internas;
- d) trabalho a distância;
- e) trabalhos noturnos; e
- f) ambientes subterrâneos.

## 9. Equipamentos e ferramentas de trabalho (escolha, uso, conservação, verificação, ensaios) (\*).



10. Sistemas de proteção coletiva (\*).
11. Equipamentos de proteção individual (\*).
12. Posturas e vestuários de trabalho (\*).
13. Segurança com veículos e transporte de pessoas, materiais e equipamentos(\*).
14. Sinalização e isolamento de áreas de trabalho(\*).
15. Liberação de instalação para serviço e para operação e uso (\*).
16. Treinamento em técnicas de remoção, atendimento, transporte de acidentados (\*).
17. Acidentes típicos (\*) – Análise, discussão, medidas de proteção.
18. Responsabilidades (\*).

